



2

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 OCT. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)



**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
**page 1/2**



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DU 540 • W / 210502

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>27 NOV 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0214882</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>27 NOV. 2002</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>BREVATOME</b>  3, rue du Docteur Lancereux 75008 PARIS 422-5 S/002	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) B14220.3/PR DD 2400			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> DETECTEUR DE PARTICULES ET PROCEDE DE DETECTION DE PARTICULES ASSOCIE.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L' ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement de caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN		_____	
Code APE-NAF		_____	
Domicile ou siège	Rue	31-33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75157 PARIS 15ème	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif) 0	



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>27 NOV 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0214882</b>		Réservé à l'INPI	
BB 540 W / 210502			
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>			
Nom	RICHARD		
Prénom	Patrick		
Cabinet ou Société	BREVATOME 422.5/S002		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	7068 du 12.06.98		
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux	
	Code postal et ville	75 008 PARIS	
	Pays	FRANCE	
N° de téléphone (facultatif)	01 53 83 94 00		
N° de télécopie (facultatif)	01 45 63 83 33		
Adresse électronique (facultatif)	brevets.patents@brevaex.com		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  P. RICHARD		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  M. ROCHET	

# DETECTEUR DE PARTICULES ET PROCEDE DE DETECTION DE PARTICULES ASSOCIE

## Domaine technique et art antérieur

5 L'invention concerne un détecteur de particules qui délivre une information de comptage relative à un nombre de particules détectées ainsi qu'un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules.

10 L'invention concerne également un procédé de lecture de matrice de détecteurs de particules selon l'invention.

L'invention s'applique, entre autres, dans le domaine de la radiologie (radiographie, radioscopie).

15 Les particules détectées sont alors des rayons X.

Les détecteurs de rayons X comprennent un élément qui absorbe les rayons X et transforme ces derniers en impulsions électriques. Dans les détecteurs matriciels en comptage, ces impulsions électriques sont  
20 traitées (amplifiées, filtrées,...), puis transmises à un comparateur qui délivre une impulsion électrique numérique pour chaque particule détectée. La figure 1 représente un détecteur de particules selon l'art connu et la figure 2 représente un dispositif de comptage de  
25 particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules selon l'art connu.

Le détecteur de particules, également appelé « pixel détecteur », représenté en figure 1 comprend un élément 1 qui absorbe les particules, un circuit de  
30 traitement 2, un comparateur 3 et un compteur 4. L'élément 1 comprend une ou plusieurs couches de

détection qui absorbent les particules P, par exemple des rayons X, et transforment celles-ci en impulsions électriques. L'élément 1 peut être, par exemple, un élément semi-conducteur, un gaz, un scintillateur  
5 associé à un semi-conducteur, etc. Le circuit de traitement 2 traite les impulsions électriques (amplification, filtrage, etc.) et le comparateur 3 compare chaque impulsion électrique issue du circuit de traitement 2 à une tension de seuil  $V_s$ . Le comparateur  
10 3 délivre ainsi une impulsion électrique numérique à partir de l'impulsion électrique issue du circuit de traitement 2. Les impulsions électriques numériques incrémentent le compteur 4. A la fin de l'irradiation, le compteur 4 contient une information représentative  
15 du nombre N de particules détectées.

La figure 2 représente un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules selon l'art connu. Le dispositif de comptage est agencé sous forme  
20 matricielle (lignes et colonnes de détecteurs). Un registre 5 à décalage d'adressage de lignes commande, ligne par ligne, la lecture des compteurs 4. Les informations de comptage délivrées par le compteur 4 sont transmises, colonne par colonne, à un multiplexeur  
25 de colonne 6.

Pour chaque particule détectée dans l'élément semi-conducteur 1, le compteur 4 du détecteur de particules doit être incrémenté de 1. Ne pas incrémenter le compteur revient à ne pas utiliser la  
30 particule détectée et, partant, à dégrader la statistique et la qualité de l'image réalisée. Pour

maintenir la qualité de l'image, il faut alors augmenter la dose délivrée au patient, ce qui n'est pas souhaitable.

De même, incrémenter simultanément les  
5 compteurs de deux pixels détecteurs voisins lorsqu'une seule particule est absorbée, revient à «inventer» une particule. En terme de qualité d'image, c'est tout aussi dommageable que de ne pas compter la particule.

Lorsqu'une particule est absorbée en un lieu  
10 proche de la frontière entre deux pixels détecteurs voisins, les charges délivrées peuvent se répartir dans les couches d'absorption des deux pixels voisins, principalement à cause de phénomènes de diffusion. Deux particules sont comptées alors qu'une seule devrait  
15 l'être. Ce problème se pose d'autant plus que les dimensions des pixels détecteurs sont petites, ce qui est le cas, par exemple, en mammographie. L'évolution des technologies conduisant à une miniaturisation des circuits, ce problème est destiné à se rencontrer de  
20 plus en plus souvent dans d'autres applications.

Une solution connue, qui fonctionne bien avec des sources de rayonnement synchrotron et avec des couches de détection en silicium ou en arséniure de gallium, consiste à régler le seuil du comparateur 3 au  
25 plus près d'une amplitude égale à la moitié de l'amplitude de l'impulsion électrique que génère la particule détectée. Dans ce cas, seul le pixel détecteur qui a collecté plus de la moitié des charges compte la particule. Cette solution résout de nombreux  
30 cas. Il reste cependant le problème des particules détectées très près de la frontière entre deux pixels

voisins et le problème des dispersions de réglage.

Un autre inconvénient de cette solution consiste en ce qu'elle ne s'applique pas au domaine de la radiologie classique, et ceci pour deux raisons.

- 5 Tout d'abord, les tubes générateurs de rayons X émettent un spectre continu d'énergie. Le rapport entre l'énergie maximale émise et l'énergie minimale émise est typiquement de 2 à 3. Cela n'a donc pas de sens de définir une amplitude moitié d'un photon « standard ».
- 10 Ensuite, les matériaux détecteurs peuvent être des semi-conducteurs de qualité moindre que le silicium ou l'arséniure de gallium, tels que, par exemple, Se, CdTe, PbO, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, TlBr. Dans ces matériaux, les propriétés de transport des charges électroniques sont
- 15 médiocres et la charge finalement lue dépend de la profondeur d'absorption du photon X dans la couche. Cette profondeur peut varier de façon importante et aléatoire d'un photon absorbé à l'autre. Dans ce cas également, cela n'a pas de sens de définir une
- 20 amplitude moitié de l'amplitude d'un photon détecté.

L'invention ne présente pas ces inconvénients.

#### Exposé de l'invention

- En effet, l'invention concerne un détecteur de
- 25 particules comprenant des moyens pour délivrer une première impulsion électrique à partir d'une particule détectée et des moyens de comptage de premières impulsions électriques ainsi délivrées. Le détecteur comprend :

- 30 - des moyens pour créer, à partir d'une particule détectée, une deuxième impulsion électrique



constituant un signal d'inhibition de détection transmis à au moins un détecteur voisin pour empêcher que le détecteur voisin ne détecte la particule détectée qui correspond à la première  
 5 impulsion électrique délivrée, et

- des moyens permettant d'inhiber la détection de particules sous l'action d'un signal d'inhibition provenant d'au moins un détecteur voisin.

Selon une caractéristique supplémentaire de  
 10 l'invention, les moyens pour inhiber la détection de particules comprennent :

- un premier interrupteur monté en amont des moyens de comptage, et
- un circuit de commande qui délivre un signal de  
 15 commande du premier interrupteur en fonction de signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.

Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, le circuit de commande est une porte  
 20 logique « NON OU » ou « OU » sur les entrées de laquelle sont appliquées les signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.

Selon encore une caractéristique supplémentaire, le détecteur comprend :

- 25 - des moyens pour empêcher la transmission du signal d'inhibition vers le détecteur voisin si la première impulsion électrique délivrée correspond à une énergie prédéterminée, et
- des moyens pour interdire le comptage de la première  
 30 impulsion électrique délivrée qui correspond à l'énergie prédéterminée, sous l'action d'un signal

d'inhibition issu d'un détecteur voisin et reçu dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la première impulsion électrique.

5            Selon encore une caractéristique supplémentaire, les moyens pour empêcher la transmission du signal d'inhibition vers le détecteur voisin comprennent :

- 10        - un deuxième interrupteur qui reçoit sur une première borne la deuxième impulsion électrique et dont une deuxième borne est reliée à au moins une entrée d'au moins un circuit de commande d'un détecteur voisin, et
  - 15        - un circuit d'évaluation de l'énergie prédéterminée dont le signal de sortie constitue un signal de commande du deuxième interrupteur,
- les moyens pour interdire le comptage de la première impulsion électrique délivrée ( $V_a$ ) comprenant des moyens de retard placés en amont du premier
- 20    interrupteur.

      Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

25        Selon encore une caractéristique supplémentaire de l'invention, la deuxième impulsion électrique a une durée supérieure à la durée de la première impulsion électrique.

      L'invention concerne également un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de

30    détecteurs particules selon l'invention.

Selon une caractéristique supplémentaire du dispositif de comptage, les détecteurs de particules sont agencés sous forme de matrice de détecteurs.

5 Selon encore une caractéristique supplémentaire, les détecteurs voisins d'un détecteur  $D_{ij}$  situé à l'intersection de la ligne de rang  $i$  et de la colonne de rang  $j$  de la matrice de détecteurs sont les détecteurs  $D_{i(j-1)}$ ,  $D_{i(j+1)}$ ,  $D_{(i-1)j}$ ,  $D_{(i+1)j}$ .

10 L'invention concerne également un procédé de lecture de matrice de détecteurs de particules, caractérisé en ce qu'il comprend, lorsqu'un premier détecteur détecte une particule, une étape d'inhibition d'au moins un deuxième détecteur de particules voisin du premier détecteur de particules.

15 Selon une caractéristique supplémentaire, le procédé de lecture comprend une étape pour évaluer si une première impulsion électrique ( $V_a$ ) délivrée par le premier détecteur de particules a une énergie prédéterminée et, si oui, pour ne pas mettre en œuvre  
20 l'étape d'inhibition et ne pas compter la première impulsion électrique délivrée ( $V_a$ ) si le deuxième détecteur de particules détecte une particule dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la première particule par le premier  
25 détecteur.

Selon une caractéristique supplémentaire, l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

### 30 Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de

l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel fait en référence aux figures jointes, parmi lesquelles :

- 5 - la figure 1 représente un détecteur de particules qui délivre une information de comptage relative à un nombre de particules détectées selon l'art connu ;
- 10 - la figure 2 représente un dispositif de comptage de particules comprenant une pluralité de détecteurs de particules selon l'art connu ;
- la figure 3 représente un détecteur de particules selon l'invention ;
- les figures 4A, 4B, 4C représentent un exemple de signaux présents dans un détecteur de particules pour la mise en œuvre de l'invention ;
- 15 - la figure 5 représente un perfectionnement du détecteur de particules représenté en figure 3.

Sur toutes les figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

20

#### Description détaillée de modes de mise en œuvre de l'invention

La figure 3 représente un détecteur de particules selon l'invention. En plus des éléments  
25 représentés en figure 1, le détecteur de particules comprend des moyens 7a et 7b pour former, respectivement, une première impulsion Va et une deuxième impulsion Vb à partir de l'impulsion électrique VE délivrée par le comparateur 3, un  
30 interrupteur 8 et un circuit de commande 9.

L'interrupteur 8 est placé en amont du compteur

4, entre la sortie du circuit 7a et l'entrée du compteur 4. La sortie du circuit de commande 9 délivre le signal de commande de l'interrupteur 8.

La première impulsion Va constitue un signal  
 5 destiné à être compté par le compteur 4. La deuxième impulsion Vb constitue un signal d'inhibition de comptage transmis à un ou plusieurs détecteurs voisins. Les impulsions Va et Vb, formées à partir de l'impulsion électrique VE, ont des durées  
 10 prédéterminées respectives Ta et Tb. Les impulsions VE, Va et Vb sont représentés, à titre d'exemple, sur les figures respectives 4A, 4B et 4C.

Le signal Va qui représente l'impulsion détectée est destiné à incrémenter le compteur 4. La  
 15 durée Ta du signal Va est choisie relativement brève, tout en permettant que le signal Va soit pris en compte correctement par le compteur 4 (la durée Ta peut ainsi, par exemple, être égale à 5ns). Le signal Vb constitue un signal « fenêtre » destiné à inhiber la détection  
 20 des pixels voisins afin d'empêcher ces derniers de détecter la particule qui est détectée par l'impulsion électrique Va. A cette fin, la durée Tb de l'impulsion d'inhibition formée dans un pixel détecteur donné est supérieure à la durée Ta des impulsions de détection  
 25 formées dans les pixels détecteurs voisins. La durée Tb est ainsi telle que :

$$Tb \geq Tr + Ta + Td, \text{ où}$$

- Ta est la durée de l'impulsion Va du ou des pixel(s) voisin(s) ;
- 30 - Tr est le retard estimé maximum que peut avoir la détection d'un pixel voisin lorsqu'il détecte une

fraction des charges correspondant à la même particule ;

- Td est un facteur de sécurité prenant en compte les dispersions technologiques des détecteurs de particules.

Bien que relativement « longue », la durée Tb est choisie suffisamment « courte » pour que les pixels voisins soient remis le plus rapidement possible en état de comptage de nouvelles particules. Pour un pixel dont la durée Ta est égale à 5ns (cf. ci-dessus), la durée Tb peut alors être égale, par exemple, à 20ns.

Le signal Tb est transmis aux détecteurs voisins, c'est-à-dire, par exemple, aux détecteurs situés sur les quatre côtés d'un détecteur (respectivement en haut, en bas, à droite et à gauche du détecteur dans le cas de détecteurs regroupés sous forme de matrice). Il est également possible de définir tout autre voisinage, incluant, en particulier, les pixels dans les directions obliques.

De même qu'un pixel détecteur envoie le signal d'inhibition Tb vers p détecteurs voisins (par exemple p=4), de même, il reçoit p signaux d'inhibition en provenance de ces mêmes p détecteurs voisins. Les p signaux d'inhibition provenant des détecteurs voisins constituent les signaux d'entrée du circuit de commande 9 dont le signal de sortie commande l'interrupteur 8. Ainsi, dès qu'un détecteur voisin détecte une particule, l'interrupteur 8 s'ouvre, empêchant tout comptage du compteur 4.

Le circuit de commande 9 de l'interrupteur 8 est alors une porte « NON OU » (cas de la figure 3)

lorsque l'interrupteur est passant quand il est piloté par un niveau logique 1. Dans le cas où c'est un niveau logique 0 qui rend passant l'interrupteur 8, le circuit de commande 9 est une porte « OU ».

5 La figure 5 représente un perfectionnement du détecteur de particules représenté en figure 3.

Le détecteur selon le perfectionnement de la figure 5 permet de résoudre le problème de la détection de particules (rayons X) lié à l'existence de  
10 particules parasites d'énergie prédéterminée comme, par exemple, les photons de fluorescence.

Les photons de fluorescence sont générés dans la couche d'absorption où les photons X sont détectés. En fait, un photon X initial interagit avec un atome de  
15 la couche d'absorption en un premier endroit où il dépose une partie de son énergie. De façon quasi instantanée, l'atome émet ensuite un photon de désexcitation, dit photon de fluorescence, qui peut soit s'échapper de la couche d'absorption (et donc être  
20 perdu), soit être absorbé en un deuxième endroit, un peu plus loin dans la couche d'absorption.

Si le photon de fluorescence s'échappe, il n'est avantageusement pas détecté. Il suffit de faire en sorte que l'énergie déposée au premier endroit soit  
25 suffisante pour déclencher un comptage.

Si le photon de fluorescence est réabsorbé dans le même pixel détecteur, ce n'est pas un inconvénient puisque les charges déposées aux deux endroits sont finalement cumulées dans le même amplificateur de  
30 lecture.

Par contre, si le photon de fluorescence est absorbé dans la couche absorbante d'un pixel détecteur voisin, un risque de double détection peut alors apparaître. Le détecteur selon l'invention décrit précédemment retient le pixel qui détecte en premier et, partant, qui inhibe son voisin. Le plus souvent, le pixel détecteur le plus rapide est celui qui capte le plus d'énergie. Or, un photon de fluorescence a souvent une énergie plus élevée que celle qui est déposée par le photon initial. Le détecteur décrit ci-dessus retient donc plus souvent le point d'absorption du photon de fluorescence. C'est un moindre mal par rapport à un double comptage, mais c'est une erreur sur la localisation du photon détecté et la résolution spatiale du capteur s'en trouve dégradée.

Le perfectionnement de l'invention, décrit ci-dessous, permet avantageusement de choisir comme photon détecté le photon initial. Un détecteur selon le perfectionnement de l'invention est décrit en figure 5.

En plus des éléments décrits en figure 3, le détecteur selon le perfectionnement de l'invention comprend un deuxième interrupteur 11, un circuit d'évaluation 10 et un circuit de retard 12. Le deuxième interrupteur 11 est placé sur la sortie qui délivre le signal d'inhibition Vb. Le circuit d'évaluation 10 reçoit sur son entrée le signal délivré par le circuit de traitement 2 alors que le signal qu'il délivre constitue un signal de commande de l'interrupteur 11. Le circuit de retard 12 est placé entre la sortie du circuit 7a qui délivre le signal Va et l'interrupteur 8.



Le perfectionnement de l'invention est basé sur le fait que l'énergie des photons de fluorescence est une grandeur connue en fonction du matériau absorbant. A cette fin, le circuit 10 comprend un circuit mémoire dans lequel différentes valeurs d'amplitude de référence de photons de fluorescence sont mémorisées. Le signal VE délivré par le circuit de traitement 2 est alors comparé à ces différentes valeurs. Si l'évaluation de l'amplitude du signal VE conduit à identifier le photon détecté comme photon de fluorescence, le signal délivré par le circuit d'évaluation 10 commande l'ouverture de l'interrupteur 11. La transmission du signal d'inhibition Vb vers les pixels voisins est alors interdite, laissant ainsi une priorité de détection à ces pixels voisins.

Le circuit de retard 12 a pour fonction d'ajouter un délai dans la transmission de l'impulsion Va qui représente le photon de fluorescence. Ce délai donne le temps aux pixels détecteurs voisins de transmettre au moins une impulsion de commande au circuit de commande 9. Sous l'action de la commande délivrée par le circuit 9, l'interrupteur 8 s'ouvre, empêchant ainsi le comptage de l'impulsion Va qui représente le photon de fluorescence. Toutefois, si aucun ordre d'inhibition ne parvient des pixels détecteurs voisins, l'impulsion Va est comptée.

Il faut noter que le perfectionnement de l'invention ne peut être raisonnablement mis en œuvre que si l'élément 1 et les circuits de traitement 2 et 3 sont de suffisamment bonne qualité pour que l'amplitude de l'impulsion délivrée par le circuit de traitement 2

puisse être considérée comme représentative du dépôt d'énergie du photon détecté.

## REVENDICATIONS

1. Détecteur de particules comprenant des moyens (1, 2, 3, 7a) pour délivrer une première  
5 impulsion électrique (Va) à partir d'une particule détectée, et des moyens de comptage (4) de premières impulsions électriques ainsi délivrées, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 - des moyens (7b) pour créer, à partir d'une particule détectée, une deuxième impulsion électrique (Vb) constituant un signal d'inhibition de détection transmis à au moins un détecteur voisin pour empêcher que le détecteur voisin ne détecte la particule détectée qui correspond à la première  
15 impulsion électrique délivrée (Va), et
- des moyens (8, 9) permettant d'inhiber la détection de particules sous l'action d'un signal d'inhibition provenant d'au moins un détecteur voisin.

20 2. Détecteur de particules selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (8, 9) pour inhiber la détection de particules comprennent :

- 25 - un premier interrupteur (8) monté en amont des moyens de comptage (4), et
- un circuit de commande (9) qui délivre un signal de commande du premier interrupteur (8) en fonction de signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.

3. Détecteur de particules selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit de commande (9) est une porte logique « NON OU » ou « OU » sur les entrées de laquelle sont appliquées les signaux d'inhibition provenant de détecteurs voisins.

4. Détecteur de particules selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 - des moyens (10, 11) pour empêcher la transmission du signal d'inhibition (Vb) vers le détecteur voisin si la première impulsion électrique délivrée (Va) correspond à une énergie prédéterminée, et
- 15 - des moyens (12) pour interdire le comptage de la première impulsion électrique délivrée qui correspond à l'énergie prédéterminée, sous l'action d'un signal d'inhibition issu d'un détecteur voisin et reçu dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la
- 20 première impulsion électrique (Va).

5. Détecteur de particules selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens (10, 11) pour empêcher la transmission du signal d'inhibition vers le détecteur voisin comprennent :

- 25 - un deuxième interrupteur (11) qui reçoit sur une première borne la deuxième impulsion électrique (Vb) et dont une deuxième borne est reliée à au moins une entrée d'au moins un circuit de commande (9) d'un
- 30 détecteur voisin, et

- un circuit d'évaluation (10) de l'énergie prédéterminée dont le signal de sortie constitue un signal de commande du deuxième interrupteur (11),  
et en ce que les moyens (12) pour interdire le comptage  
5 de la première impulsion (Va) comprennent des moyens de retard placés en amont du premier interrupteur (8).

6. Détecteur de particules selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que l'énergie  
10 prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

7. Détecteur de particules selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé  
15 en ce que la deuxième impulsion électrique (Vb) a une durée (Tb) supérieure à la durée (Ta) de la première impulsion électrique (Va).

8. Dispositif de comptage de particules  
20 comprenant une pluralité de détecteurs de particules, caractérisé en ce que les détecteurs de particules sont des détecteurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

25 9. Dispositif de comptage de particules selon la revendication 8, caractérisé en ce que les détecteurs de particules sont agencés sous forme de matrice de détecteurs.

30 10. Dispositif de comptage selon la revendication 9, caractérisé en ce que les détecteurs

voisins d'un détecteur  $D_{ij}$  situé à l'intersection de la ligne de rang  $i$  et de la colonne de rang  $j$  de la matrice de détecteurs sont les détecteurs  $D_{i(j-1)}$ ,  $D_{i(j+1)}$ ,  $D_{(i-1)j}$ ,  $D_{(i+1)j}$ .

5

11. Procédé de lecture de matrice de détecteurs de particules, caractérisé en ce qu'il comprend, lorsqu'un premier détecteur détecte une particule, une étape d'inhibition d'au moins un deuxième détecteur de  
10 particules voisin du premier détecteur de particules.

12. Procédé de lecture selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend une étape pour évaluer si une première impulsion électrique ( $V_a$ )  
15 délivrée par le premier détecteur de particules a une énergie prédéterminée et, si oui, pour ne pas mettre en œuvre l'étape d'inhibition et ne pas compter la première impulsion électrique délivrée ( $V_a$ ) si le  
deuxième détecteur de particules détecte une particule  
20 dans une fenêtre temporelle de durée prédéterminée débutant avec la détection de la première particule par le premier détecteur.

13. Procédé de lecture selon la revendication  
25 12, caractérisé en ce que l'énergie prédéterminée est une énergie de photon de fluorescence.

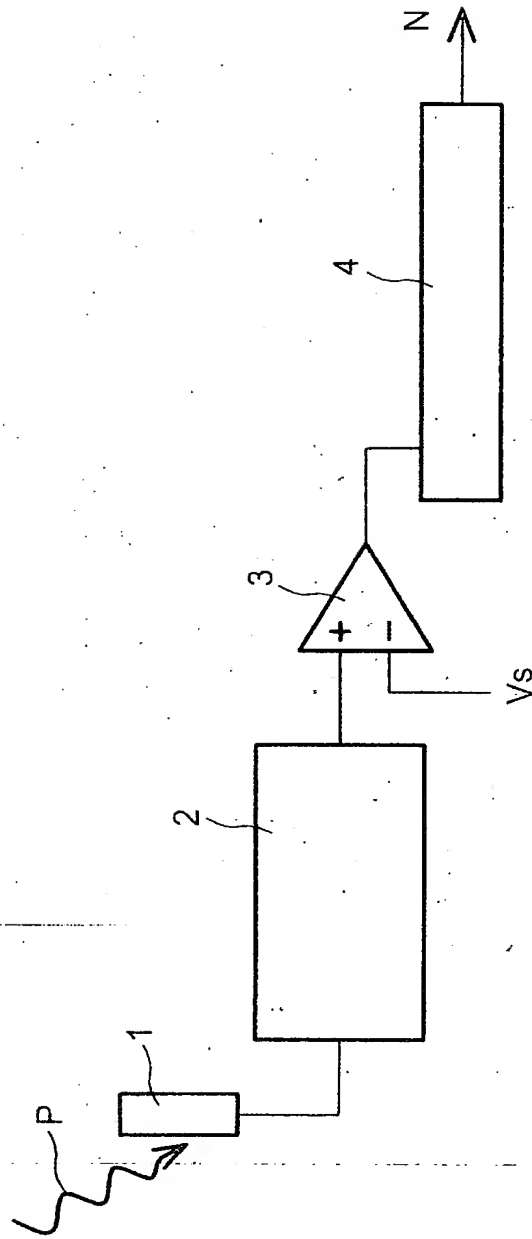


FIG. 1

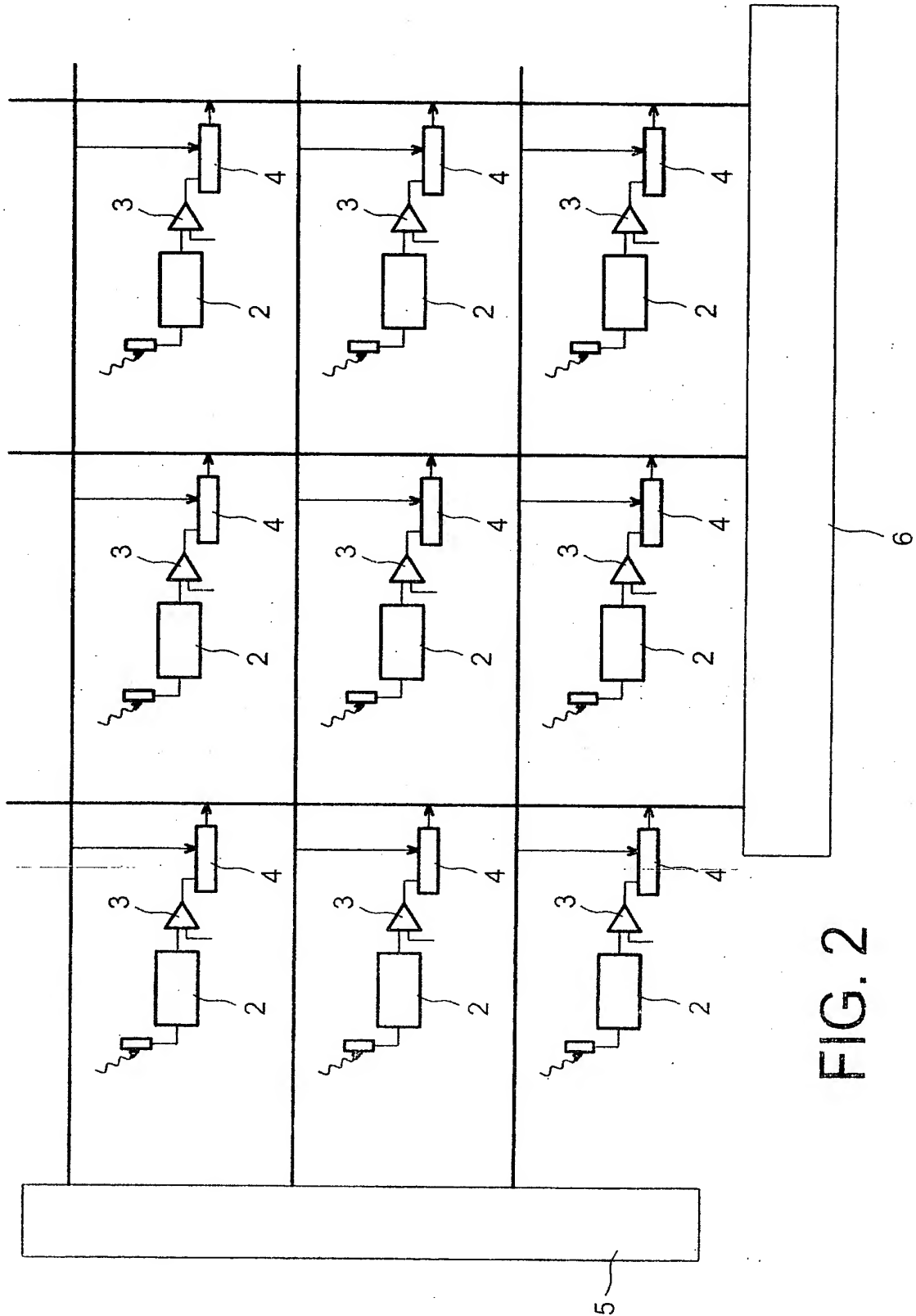


FIG. 2



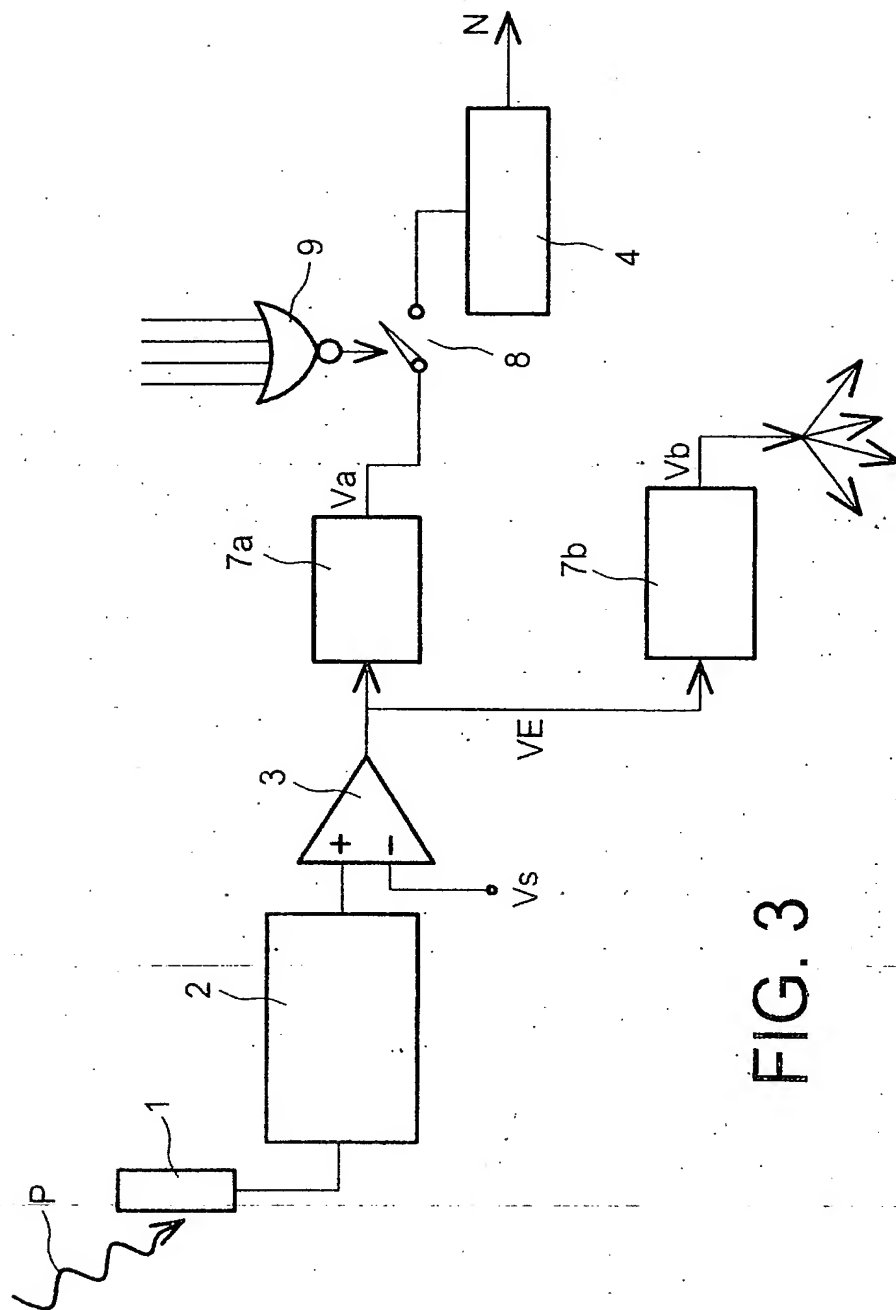
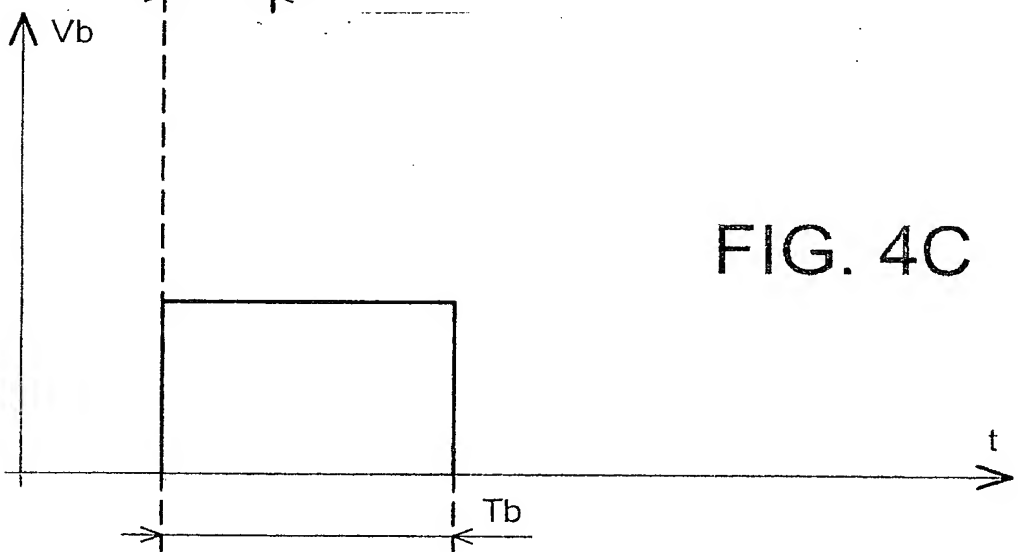
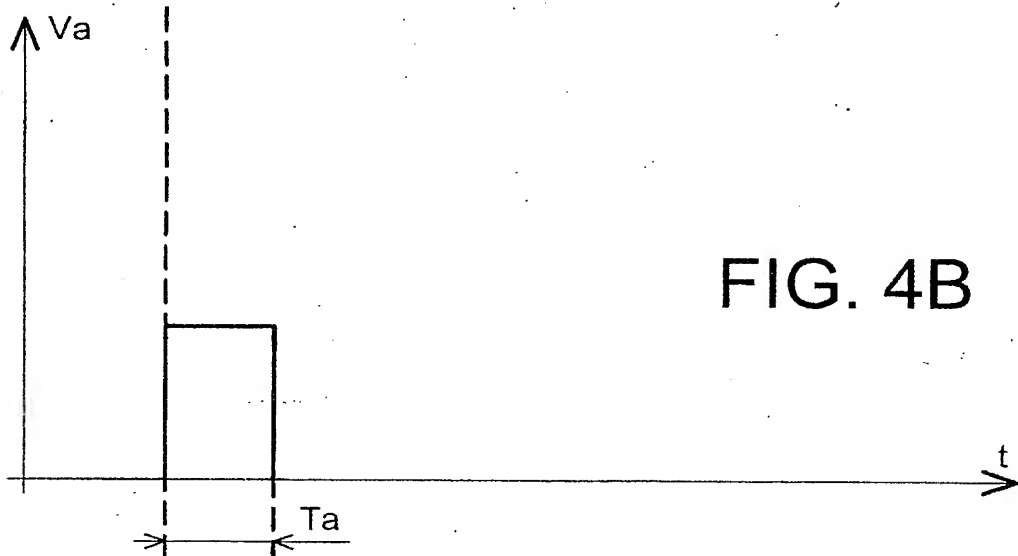
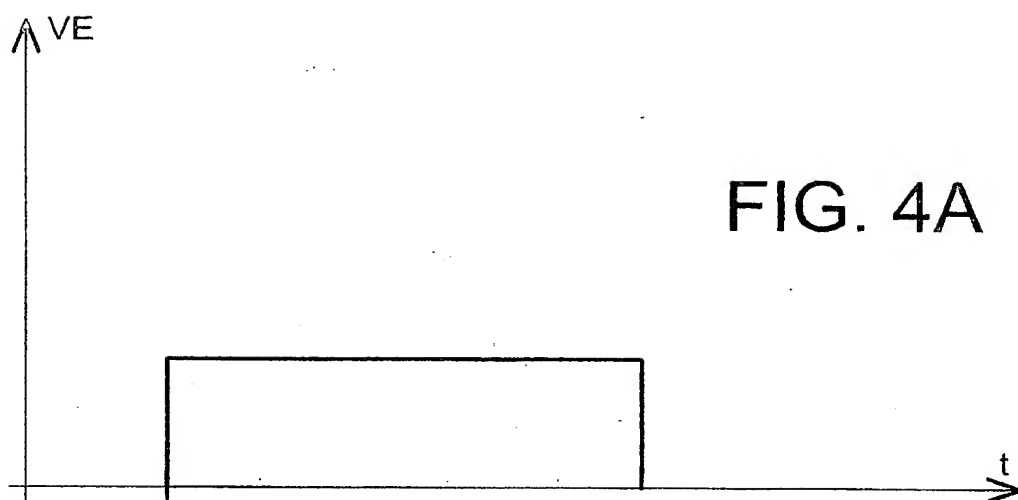


FIG. 3



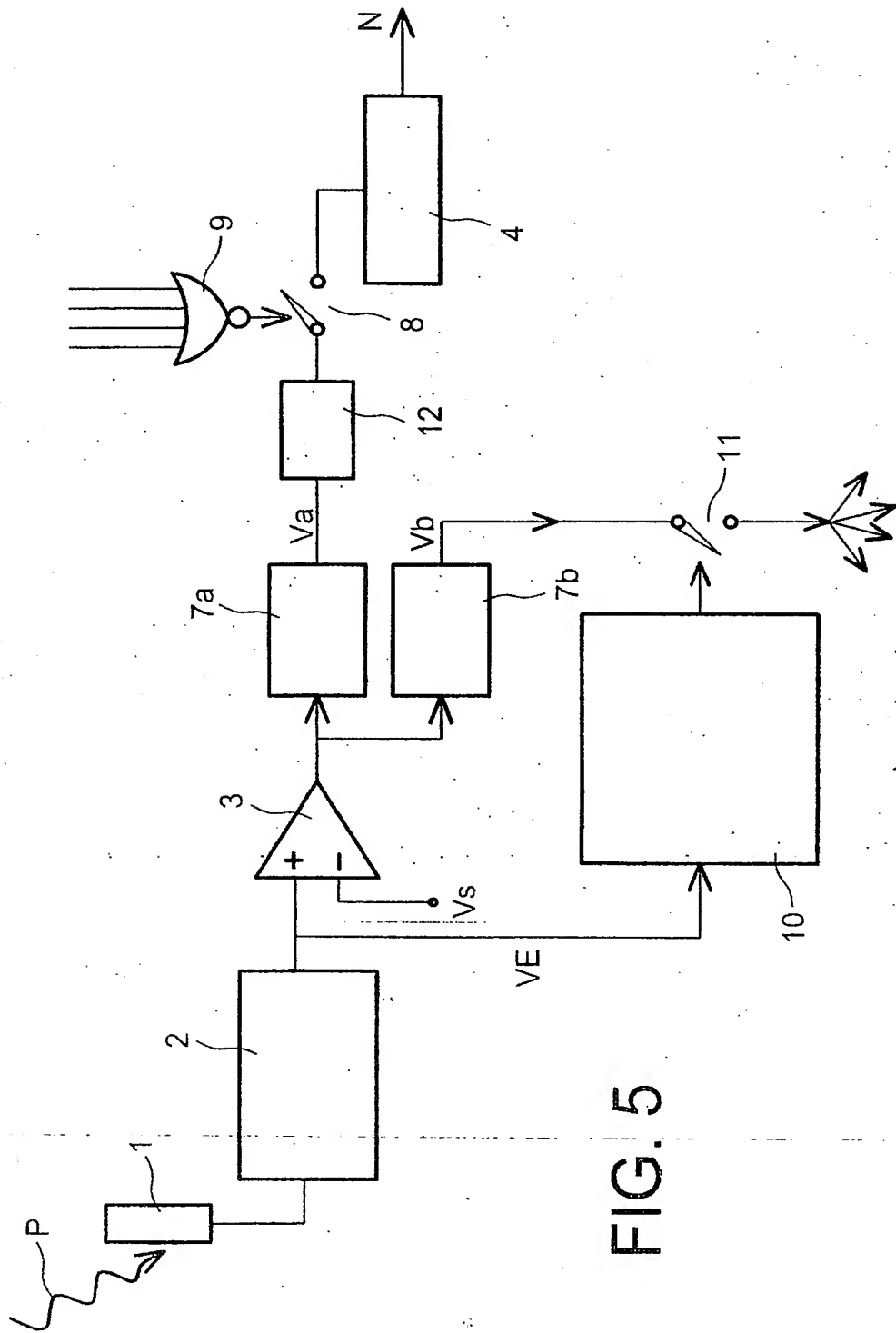


FIG. 5

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235\*03

## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1../1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

02 113 9 17 / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		B 14220.3/PR DD 2400
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		02 14 882
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>		
DETECTEUR DE PARTICULES ET PROCEDE DE DETECTION DE PARTICULES ASSOCIE.		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33 rue de la Fédération 75752 PARIS		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	<b>Nom</b>	ARQUES
	<b>Prénoms</b>	Marc
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	48, rue Maurice Barrès
	<b>Code postal et ville</b>	38100 GRENOBLE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>2</b>	<b>Nom</b>	BARDET
	<b>Prénoms</b>	Anthony
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	Villetroche
	<b>Code postal et ville</b>	36260 PAUDY
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>3</b>	<b>Nom</b>	
	<b>Prénoms</b>	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	
	<b>Code postal et ville</b>	
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
PARIS LE 27 Novembre 2002 P. RICHARD		

P. Richard